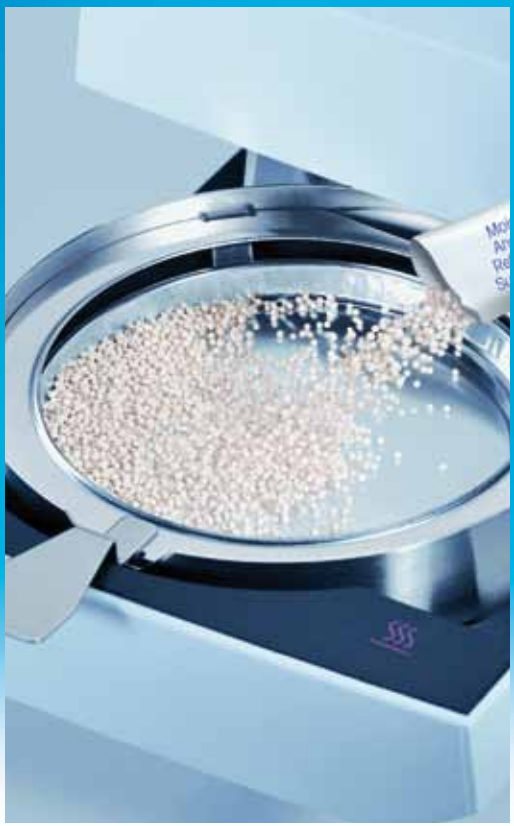
SmartCal™ User Guide



認定済みの性能
迅速な結果
容易な試験

検査方法
FAQ
製品情報

検査用標準物質

ハロゲン水分計

METTLER TOLEDO

10. SmartCal の製品情報

製品名 :	cSmartCal、SmartCal
素材 :	モレキュラーシーブ (ゼオライト) この物質は、危険物質には分類されていません。 飲み込まないように注意してください。 詳細については、www.mt.com/msds で入手可能な製品安全データシート (MSDS) を参照してください。
使用目的 :	水分計の性能検証を目的とする標準物質で使用。
保管 :	室温で保管してください。使用前にブリスターパックを開封しないでください。
廃棄 :	通常の廃棄物として廃棄できます。各地域および国家の該当法令に従ってください。
保管寿命 :	有効期限はブリスターパックとスティックに表記されています。保管方法が適切であれば、SmartCal の機能はこの有効期限 (EXP08.2013 など) まで保証されています。
証明書 :	認定 SmartCal の分析証明書および SmartCal の製造証明書は、以下から PDF ファイルで入手できます。 **www.mt.com/smartcal-certificate**
オーダー情報 :	cSmartCal、24 個入り : 30005791 cSmartCal、12 個入り : 30005793 SmartCal、24 個入り : 30005790 SmartCal、12 個入り : 30005792 cSmartCal StarterPac : 30005918 SmartCal StarterPac : 30005917 校正分銅 50 g (HG/HR 用)、 F1 クラス : 11119530 校正分銅 20 g (HB 用)、 F1 クラス : 11119529 校正分銅 100 g (HX/HS 用)、 F1 クラス : 11119531 温度調整 (校正) セット (校正証明書付き)、 HA-TCC : 00214528 HX/HS Moisture Analyzer 30020851

目次

1. はじめに **4**

2. SmartCal の動作原理 **6**
- 2.1 水分計の定期試験 6
- 2.2 実際の試験ポイントの近くで SmartCal を使用して機器性能を検証 6
- 2.3 拡大鏡に似た SmartCal の機能 7
- 2.4 実際のサンプルとの比較 8
- 2.5 cSmartCal – 高度な要件に対応する高度なセキュリティ 8

3. SmartCal を使用した試験手順 **9**
- 3.1 前提条件 10
- 3.2 機器の設定 (メソッドパラメータ) 10
- 3.3 測定の実施 10
- 3.4 測定 (10 分) 後の手順 10
- 3.5 評価 11

4. 管理限界 **12**
- 4.1 メトラー・トレドの管理限界 12
- 4.2 機器固有の管理限界 13

5. SmartCal 試験結果の解釈 **18**
- 5.1 一般的な試験結果と偏差の例 18
- 5.2 値の限界逸脱で考えられる原因 22

6. SmartCal で最良の結果を得る方法 **24**
- 6.1 水分計の正しい調整 24
- 6.2 SmartCal 試験の前提条件 25
- 6.3 周囲条件への正規化 25
  - 1. 正規化の例 26
  - 2. 正規化で使用する温湿度計 27
  - 3. 正規化した水分量 (MC_N) の計算 27
- 6.4 SmartCal 試験結果の繰り返し性改善 30

7. 推奨の試験条件 **31**
- 7.1 試験頻度 31
- 7.2 試験温度 31

8. 他の試験物質との比較 **32**

9. FAQ **33**

SmartCal StarterPac の内容 :

・cSmartCal,または SmartCal 12コ入り
・温湿度計
・SmartCal ユーザーガイド

- 以下を収録した CD
  - SmartCal ユーザーガイド
  - SmartCal簡易取扱説明書
  - Excel® 形式測定レポート
  - 補正表
  - SOP

1. はじめに

水分計を使用すると、迅速性、正確性、信頼性に富んだ水分率測定が実現します。不正確な水分率測定結果は、生産プロセスと最終製品の品質に直接影響する可能性があります。

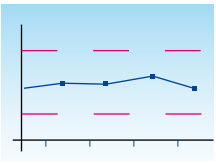
効果的な結果を実現し、品質を維持するには、測定装置の定期的な点検が不可欠です。水分計の場合、天びんと加熱モジュールは、分銅と温度計を使用して別に検査されています。このような検査で個々の機器の機能は検証できますが、検査プロセスとしては長時間を要するうえに煩雑であるため、点検間隔が長くなりがちで、機器の監視も行き届かないことが多くなります。その結果、品質管理上のリスクが発生します。

いつでも高品質な水分測定結果が得られるように、メトラー・トレドは SmartCal をお届けします。水分含有量が既知のこのユニークな温度感応物質を使用する1回の試験で、機器の機能を迅速、容易、かつ総合的に検証できます。SmartCal を使用した検査では、水分計を使用した一般的なな測定方法により行います。SmartCal は、特定の水分含有量であることから、水分計の性能検証に理想的な基準物質となっています。

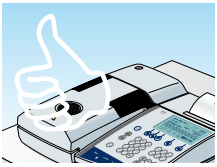
SmartCal を使用して実現できること…

・機器が仕様の範囲内で動作しているかどうかの明確な指示が得られ、その結果によって日常測定での使用を許可できます。

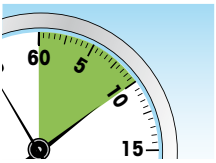
・機器の性能試験結果を文書化できるので、監査に対応した品質文書管理が実現します。



・機器性能の傾向が一目でわかります。



・機器の試験手順が容易で、技量が乏しいオペレータでも実施できます。



・試験の所要時間はわずか 10 分程度なので、短時間で結果が得られます。

・認定済みでトレーサビリティのある試験物質です (cSmartCal)。

SmartCal - 水分計の動作確認のための日常点検

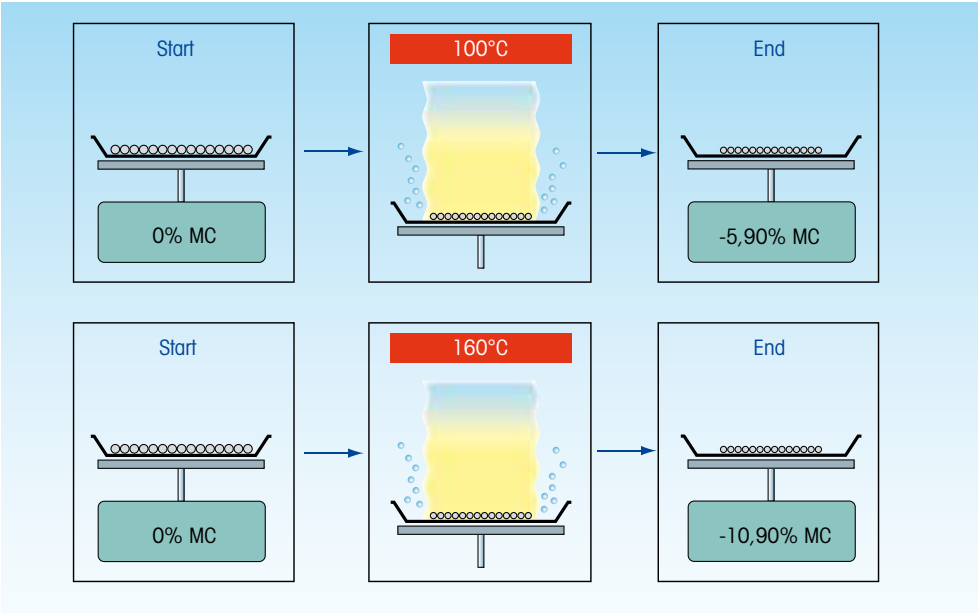
2. SmartCal の作用原理

2.1 水分計の定期試験

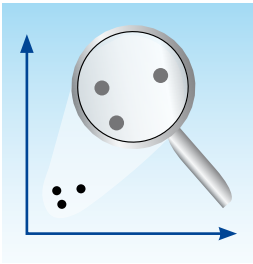
熱重量測定 (乾燥減量法) の結果は、計量機器と設定した乾燥温度まで加熱できるヒーティングモジュールの精度に依存しています。効果的な結果を得るには、天びんとヒーティングモジュールの双方が正しく機能していることの確認が不可欠です。このような確認は、測定装置を定期的に校正することで実現できます。水分計は、ヒーティングモジュールと組み込みの天びんで構成されています。これらの機器は、従来から点検用分銅と温度校正キットを使用して校正されてきました。しかし、その校正手順は長時間を要し、手間もかかるので、十分な頻度では実施されないことが多く、水分計の品質管理では盲点となっていました。革新的で使いやすい標準物質である SmartCal を使用して、機器の機能を総合的に検証することで、この問題に対処できます。この検査物質の取り扱いは実際のサンプルと同様ですが、水分含有量が既知である物質であり (第 4 章「管理限界」を参照)、この試験手順では、現実的で迅速性と直接性を備えた機器検証が可能になります。

2.2 実際の試験温度付近での SmartCal を使用した機器性能検証

他の熱重量測定同様、水分計を使用して水分率を測定する場合、大半の物質の測定結果は、選択した乾燥温度で変化します。したがって、選択した温度で測定できるかがきわめて重要であり、この理由から、よく使用する測定点 (乾燥温度) またはそれに可能な限り近い温度で機器を検証する必要があります。
既に説明したように、SmartCal は特定量の水分を含有しています。乾燥温度に従って一定量の水分が解放されます (第 4 章「管理限界」を参照)。この特性により、SmartCal は水分計の性能検証に理想的な標準物質となっています。メトラー・トレドでは、多用される乾燥温度である 70°C、100°C、130°C、および 160°C の周辺に管理限界を設定した SmartCal を用意しています。



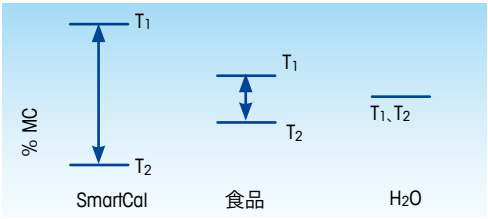
2.3 拡大鏡に似た SmartCal の機能



機器のわずかな変化をも検出する必要があることから、検査物質の水分率は、機器のわずかな変化をも検出できるよう、大きく変化させる必要があります。SmartCal は、機器のわずかな変化でも比較的大きな水分量の変化として示す、「拡大鏡」のような役割を果たします。

2.4 実際のサンプルとの比較

多くのサンプルは、SmartCal ほど乾燥温度の変化に敏感ではありません。この図では、通常の物質に比べるとはるかに広い範囲で水分量が変化する、拡大鏡のような SmartCal の特性を示しています。



さまざまな温度における水分率測定結果 (左から右に向かって温度依存性が低下)

2.5 cSmartCal – 高度な要件に対応する高度なセキュリティ

SmartCal には 2 種類のバージョンが用意されています。1 つは、メトラー・トレドが発行した製造証明書付きの SmartCal、もう 1 つは cSmartCal です。cSmartCal は、独立した国家認定試験機関 (ドイツであれば、Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM)) による試験と証明を受け、SI 単位 (kg) との完全なトレーサビリティを持ち、不確かさに関する声明を備えています。きわめて厳格な各種規制に適合するために高度なセキュリティを必要とする企業には、cSmartCal が最適です。ロット別に発行されている分析証明書 (cSmartCal の場合) と製造証明書 (SmartCal の場合) は、以下の Web サイトでロット番号を入力すると入手できます。

www.mt.com/smartcal-certificate

3. SmartCal を使用した試験手順

この章では、SmartCal の基本的な測定手順について説明します。第 6 章「SmartCal で最良の結果を得る方法」では、水分計の正しい調整、SmartCal 試験のプレコンディショニング、繰り返し性の向上など、SmartCal を使用するためのベストプラクティスについて説明しています。

3.1 プレコンディショニング

・機器の正しい据付 (無風で直射日光のあたらない、安定した場所)
・使用条件下での適切な調整
・電源に接続した状態で、水分計を使用場所で 1 時間以上慣らす
・加熱チャンバ内は冷却状態にする
・使用場所の環境になじませた SmartCal パッケージ
・使用場所の環境になじませた温湿度計

SmartCal を正しく使用するうえで、これらは最も重要な手順です。より高い繰り返し性と精度が必要な場合には、第 6 章 「SmartCal で最良の結果を得る方法」を参照してください。

3.2 機器の設定 (メソッドパラメータ)

・スイッチオフタイマー : 時限スイッチオフ 10 分
・標準乾燥プログラム
・表示 : % MC
・乾燥温度 : 70°C、100°C、130°C、または 160°C
(通常使用する乾燥温度に近い温度を選択)

3.3 測定の実施

・ハロゲン水分計に、サンプル受け皿ハンドラーとアルミサンプル受け皿を設置し、風袋引きをします。
・SmartCal　スティックをブリスターパックから取り出して開け、すべての内容物を均等にサンプル受け皿の上に広げます。(必要であれば、皿を慎重に回転・傾斜させ、粒を完全に広げます。)。
・測定をすぐに開始します。

3.4 測定 (10 分) 後の手順

・水分計に表示された水分率 (%MC) を測定記録シートに入力します。さまざまな乾燥温度条件に対応した Excel®形式の測定記録シートを、SmartCal StarterPac に付属する CD-ROM または www.mt.com/SmartCal でご提供しています。CD-ROM には印刷や独自に記録できる測定記録シートも含まれています。
・測定記録に室温と相対湿度を入力します。
・ 水分率測定値を補正します (この手順は、室温が 20°C ではなく、相対湿度が 50% ではない場合に必要です)。
測定値の補正は Excel® 測定記録シートを使用すると、自動的に行われます。
手動で補正する場合は、説明書の28ページの表を参照してください。この表は StarterPac に付属する CD-ROM にも入っています。
測定記録に、補正した測定値 (%MCN) を入力します。

ヒント：補正が必要な理由、必要になる条件、および補正の方法の詳細は、セクション 6.3「周囲条件への補正」を参照してください。

3.5 評価

補正した水分率結果を、以下の要領で管理限界と比較します (12 ページを参照)。

・水分率結果が許容値の範囲に収まっている場合、その機器は機能試験に合格しています。
・水分率結果が許容値範囲から逸脱している場合は、その機器に何らかの不具合があるか、検査条件が間違っています。

結果が管理限界から逸脱している場合は、次の手順を実施します。

1. 水分率結果が許容値から逸脱する原因として考えられるものを洗い出します (5.2「値の許容値逸脱で考えられる原因」を参照)。
2. その原因を是正します。
3. SmartCal の測定を再度実施します (重要 : SmartCal 検査を再実施する前に機器を室温まで冷却します)。
4. 結果が引き続き許容値から逸脱する場合は、分銅と温度校正キットを使用して、水分計を調整します (重要 : 調整を実施する前に機器を室温まで冷却します)。
5. SmartCal 測定を再度実施します (重要 : 検査を実施する前に機器を室温まで冷却します)。
6. 結果が引き続き許容値から逸脱する場合は、メトラー・トレドのサービスにお問い合わせください。

検査結果の評価方法に関する推奨事項は、セクション 5.1「一般的な試験結果と偏差の例」を参照してください。

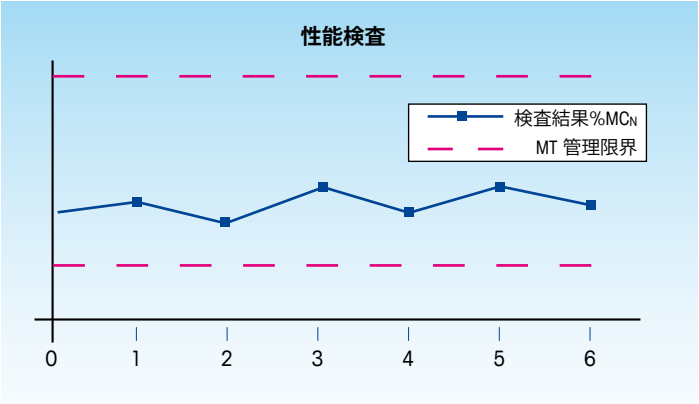
4. 管理限界

4.1 メトラー・トレドの管理限界

SmartCal では、通常の水分率測定手順で機器の機能を検証します。機器が正しく据付、設定されていれば、SmartCal 検査で得られるすべての結果は、特定の検査温度で指定した管理限界の範囲に収まります。

注記：これらの管理限界は、メトラー・トレドのすべてのハロゲン水分計を対象としており、またこれらの製品にのみ適用できます。

メトラー・トレドの管理限界 (ピンク色の線)



水分計が適切に稼働していれば、SmartCal の試験結果は管理限界に収まります。ただし、指定範囲の中央近くの値となる必要はありません。

試験温度 (°C)	cSmartCal の管理限界 (%MC_N)	SmartCal の管理限界 (%MC_N)
70	3.3 - 4.3	3.2 - 4.4
100	5.3 - 6.3	5.2 - 6.4
130	7.5 - 8.7	7.4 - 8.8
160	10.0 - 11.6	9.9 - 11.7

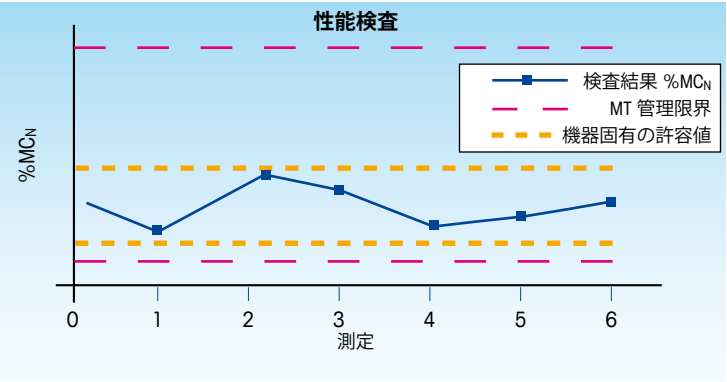
4 点の検査温度における cSmartCal および SmartCal の管理限界。メトラー・トレド社製ハロゲン水分計で有効。MC_N：20°C および 50% RH に補正した値。

検査温度が低くなると、乾燥温度がより厳しくコントロールされるので、この管理限界の範囲は狭くなります。設定温度の相対誤差は変わらないので、低温域では許容誤差が小さくなり、高温域では大きくなります。高い検査温度を必要とするサンプルでは、温度に対する感度が低いことが普通で、許容範囲を広くしています。

4.2 機器固有の管理限界

より狭い範囲設定で、より良好な機器管理を

SmartCal の管理限界は、メトラー・トレドのハロゲン水分計の全製品に対応するよう、比較的広い範囲で設定しています。個々の機器では、この管理限界の全範囲を使用しないことが普通です。良好な稼働条件の下では (第 6 章「SmartCal で最良の結果を得る方法」を参照)、個々の機器の繰り返し性の範囲は、指定された範囲より狭くなることが通例です。



メトラー・トレドの管理限界 (ピンク色の線) と機器固有の許容値 (黄色の線)

機器固有の許容値は、メトラー・トレドで定めた管理限界より狭くすることができます。よって、SmartCal は、個々の機器の測定結果の繰り返し性に基づいた管理チャートの作成にお役立ていただけます(前頁の図)。この方法の利点は、それぞれの水分計で不安定な結果や誤作動が発生した場合に、迅速な対応をとって良好な管理を実現できる点にあります。機器固有の許容値の設定は、温度に敏感な物質を取り扱う場合に特にお勧めできます。

たとえば、何回かの測定結果の平均値と標準偏差を計算し、標準偏差を 3 倍した値をその平均値に加算して、機器固有の許容値の上限値が設定できます。一方、下限値は、標準偏差を 3 倍した値を同じ平均値から差し引いた値となります。また任意の方法で許容値を定めてもかまいません。

平均値 $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$

上限 = 平均値 + 3 × SD

SD $s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$

下限 = 平均値 - 3 × SD

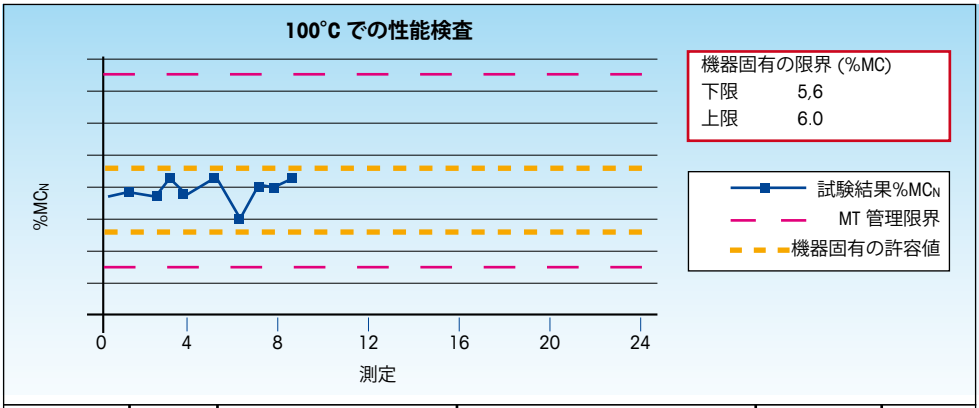
繰り返し性と機器固有の許容値の設定のための一連の測定では、同じ作業者、同じ機器、同じ場所で、6 ～ 8 回以上の測定を短い時間間隔で実施します。
良好な条件下で適切に扱っている機器であれば (6.4「SmartCal 試験結果の繰り返し性改善」を参照)、SmartCal 試験 の一般的な標準偏差は、100°C の試験温度で 0.10% 程度、160°C の試験温度で 0.18% 程度になります。

測定記録シートを使用して機器固有の許容値を決定する

StarterPac に付属の CD には、2 種類の測定記録シートが収録されています。1 つは標準の許容値を採用したもので、もう 1 つは厳格な管理を目的とした機器固有の許容値を採用した場合のものです。機器固有の許容値によるレポートには、先述の平均値± 3 ×標準偏差の方法を使用して許容値を定めることができるワークシート「許容値の決定」が用意されています。レポートは、各水分計ごとに作成します。6 〜 8 回以上の SmartCal 試験の結果を入力すると、平均値、標準偏差、上限値、および下限値が自動的に計算されます。これらの限界値は、自動的に「SmartCal レポート」シートに転記され、以降のすべての検査で合否を判定するための基準となります (3.5「評価」を参照)。既に説明したように、他の方法で許容値を定め、その値を SmartCal レポートの該当のセルに直接入力してもかまいません。

特殊な環境下や特殊用途での測定

SmartCal の管理限界は、標準の稼働環境下で使用されている水分計の結果に基づいています (3.1 および 6.2「SmartCal 試験のプレコンディショニング」を参照)。空気対流の大きい (換気口などの影響による) 状況などの特殊な環境下や、通常とは異なる取り扱い方法 (サンプル皿ホルダーを使用しない、温度が高い機器を使用する、など) で水分計を使用している場合は、SmartCal の値が管理限界に収まらない可能性があります。このような状況下でも、SmartCal を使用して機器の性能を評価できます。その場合には機器固有の SmartCal 許容値をユーザー任意で決定し、機器固有の測定記録シートでその旨を記載してご使用ください。



日付	時刻	環境条件		検査結果			備考	担当者
		%RH	°C	%MC	%MCN	機器の仕様範囲内 (合格/不合格)	梱包破損、調整実施など	
		50	20	5,85	5,85	合格		
		48	19	5,90	5,86	合格		
		45	15	6,12	5,99	合格		
		30	25	6,00	5,92	合格		
		28	23	5,78	5,98	合格		
		45	15	6,00	5,65	合格		

Excel® 形式測定記録シート
機器固有の許容値

ヒント : **高温度状態で常用している水分計での SmartCal 試験**
従来の校正や調整の場合と同様に、SmartCal 試験は、冷却の機器で実施する必要があります。管理限界に収まる繰り返し性の高い結果を得る手段は、これ以外にありません。* しかし、機器が常時高温度状態での使用状態にあり、温度が低い状態の機器で SmartCal 試験を実施できない場合は、そのままで SmartCal 試験を実施してかまいません。この場合は、通常の水分量よりも高い値が得られます。高温度状態での機器で結果の繰り返し性を高め、機器固有の管理限界を狭くするには、常に条件を均一化し、機器固有の許容値を定義することをお勧めします。測定開始の状態は、機器のそれまでの使用状態 (乾燥温度、乾燥時間、前回の測定からの経過時間など) によって異なります。

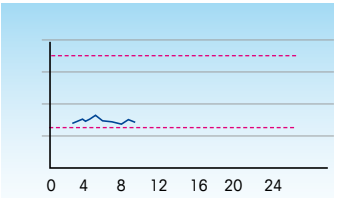
* 固定した時間をスイッチオフ条件として採用した場合は、機器の初期状 態に対する依存性が高くなります。

5. SmartCal 試験結果の解釈

5.1 一般的な試験結果と偏差の例

ここでは、代表的な SmartCal 結果をいくつか紹介し、その試験結果の評価方法と偏差への対処方法について説明します。ここでの解釈は、Westgard ルールの理論に基づいています。
www.westgard.com/westgrad-rules

ケース
正常な状態 : すべての SmartCal 検査結果が管理限界の範囲に収まる



ケース
すべての検査結果が管理限界の上限または下限にきわめて接近している

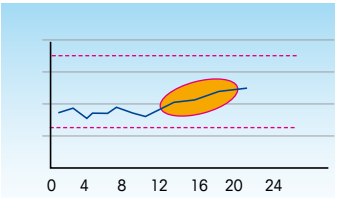
説明
値が常に仕様範囲の中央付近になっている必要はありませんが、上下限に近い値が得られる場合は、システム的なエラーが発生している可能性があります (機器の設置、プレコンディショニング、SmartCal の測定と補正など)。

是正措置
SmartCal の値が仕様範囲の中央付近を示すようにするには、第 6 章「SmartCal で最良の結果を得る方法」を参照してください。

ケース
すべての SmartCal 検査結果が管理範囲に収まっているものの、大幅に変動する

説明
測定値が大幅に変動する場合は、空気の対流の影響や温度条件など、試験条件が不安定になっていることが考えられます。

是正措置
優れた繰り返し性を実現するには、6.4「SmartCal 試験結果の繰り返し性改善」を参照してください。



ケース
SmartCal 検査結果に特定の傾向が現れる

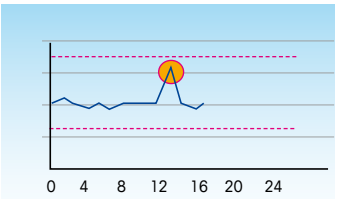
説明
連続的に実施した検査の結果が、同じ方向への傾向が現れています。

この原因として次が考えられます。
・補正が正しく実行されていない。
・保護ガラスが汚れている。
・リフレクターが汚れている。
・温度センサーの不具合または汚れ。
・機器の不具合。

是正措置
・補正を正しく実行していることを確認します。
・加熱モジュールと天びんの両方を校正し、必要に応じて調整します。
・保護ガラスを清掃するか、交換します。
・リフレクターを交換します。
・温度センサーとケーブルを交換します (メトラー・トレドのサービス技術者が実施)。

A : 管理限界から逸脱

B : 管理限界内に収まっているが、以前の測定結果からの大きな偏差が発生

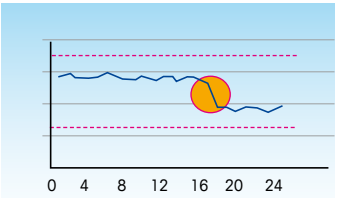


ケース
測定値に単発性の偏差が発生する

説明
連続した測定の中で、管理限界からの逸脱 (A) または前回の測定値からの大きな偏差 (B) が 1 回だけ発生しています。多くの場合、これは取り扱いや試験条件の面でのエラーであることを示しており、必ずしも機器の性能に問題があるとは限りません。

是正措置
測定値が指定範囲から逸脱している場合は、新しい試験物質で試験を再度実施します。5.2「値の限界逸脱で考えられる原因」を参照し、考えられる原因に対処したことを確認したうえで、新しい測定を開始します。

以降の測定を注意深く監視します。この異常結果が得られる前と同様の測定値が試験結果に得られた場合、これは単発性の測定エラーであり、機器は正常に動作していると考えることができます。エラーの発生源をすべて排除しているにもかかわらず、再度実施した測定でも限界逸脱が発生した場合や他の測定値からの大きな偏差が見られた場合は、機器の検査が必要です。



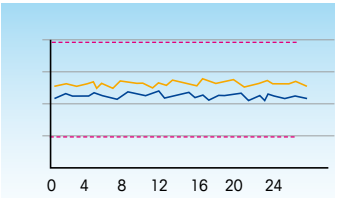
ケース
測定値に段差状の変化が現れる

説明
ある時点を境にそれ以前と以後とで測定値に大きな偏差が発生していますが、いずれでも繰り返し性は良好で、値も管理限界に収まっています。

この偏差および偏差発生の前後で繰り返し性が良好であることは、測定条件に次のような大きな変化があったことを示しています。
・機器の移動
・周囲条件の変化
(空気の流れ、空調など)
・機器の調整
・試験メソッドパラメータの変化

是正措置
・ハロゲン水分計を校正し、必要に応じて調整します。
・正しい試験メソッドパラメータを使用していることを確認します。
・同一の稼働条件下で機器を正しく調整した事実があり、それがこの段差状偏差の原因である場合、是正措置の実施は不要です。

ヒント：定期試験などで、機器の現在の状態のみを点検する必要がある場合は、校正を実施すれば十分であり、またそれが推奨の手順です。校正が許容範囲外となった場合にのみ、調整を実施することをお勧めします。

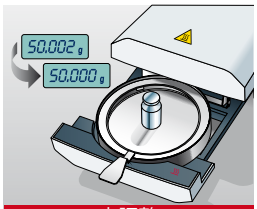


ケース
2 台の水分計どうしで測定値が異なる

説明
SmartCal を使用して 2 台以上の機器を試験したとき、すべての機器を正しく調整していても、SmartCal の測定結果について、それぞれの機器が別々の範囲の結果を示します。これは、SmartCal がきわめて高感度な試験物質であり、機器や製品群 (HR、HG、または HB) の違いによって発生する生産上のわずかなばらつきや構造上の相違でも、SmartCal で拡大されることに起因していると説明できます (4.「管理限界」を参照)。さらに、空気対流のような稼働環境の変動も、SmartCal による試験結果に機器どうしの相違が現れる原因となります。

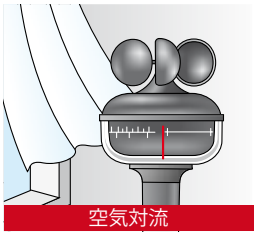
5.2 値の限界逸脱で考えられる原因

設置とメンテナンス



未調整

未調整


空気対流

- 機器の調整がまったく実施されていない、正しい調整が実施されていない、または稼働環境での調整が実施されていない。
- 温度校正キット (HA-TCC) の補正値が正しく適用されていない。
- 温度校正キットに不具合がある。
- 機器の設置場所が、前回の調整時または校正時の場所から変わっている。
- 窓、ファン、空調、換気口などからの空気対流に機器がさらされている。
- 保護ガラス、リフレクター、または温度センサーが汚れているか、破損している。
- 前回の調整時または校正時と、周囲温度が大幅に異なっている。適切な設置については、6.1「水分計の正しい調整」および水分測定ガイド (▶www.moisture-guide.com) を参照してください。

取り扱い

・誤ったメソッドの設定をしている。
・周囲条件への補正を実施していない、または正しく実施していない (6.3「周囲条件への補正」を参照)。
・試験開始前に、機器の温度が十分に下がっていない。
・SmartCal スティックの開封直後に試験を開始していない。
・SmartCal スティックの全量をサンプル皿に移していない。
・サンプル皿上でサンプルが均一に分布していない。
・サンプル皿が変形している。
・サンプル皿がサンプル皿ホルダーまたは風防に接触している。風防が中央に正しく設置されていない。
・機器の据付の不備、または通電時間が不足している。

均一な分布

不均一な分布

不均一な分布

試験物質

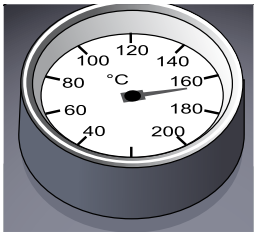
・スティックまたはシールが破損している。
・推奨の方法に従って SmartCal が保管されていない (第 10 章「SmartCal の製品情報」を参照)。
・SmartCal の有効保管期限が過ぎている。

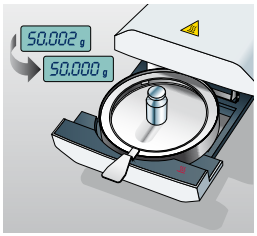
6. SmartCal で最良の結果を得る方法

水分計を使用した水分率測定は、高精度の計量とサンプル乾燥の組み合わせに基づいています。したがって、結果の精度と繰り返し性は、機器の設置状況の良否と密接に関連しています。機器の設置では、天びんと加熱モジュールの正しい調整も考慮に入れ、機器の設置場所と設置環境を検討します。

SmartCal は、水分計が正しく設置されているかどうか、また製造元の仕様の範囲内で水分計が稼働しているかどうかを判断する標準物質です。
繰り返し性が良好で管理範囲に収まる SmartCal 結果を得るには、次のガイドラインに従ってください。

6.1 水分計の正しい調整





- 天びんと加熱モジュールの調整が必要になるのは次の場合です。
  - 初めて水分計を使用する場合
  - 機器の設置場所を変更した後
  - 室温が大幅に変動した後
  - 水平を調整した後 (天びんの場合のみ)
- 水分計を稼働する条件下で水分計を調整します。
- できる限り、校正証明書付分銅と校正証明書付温度校正キット (HA-TCC) を使用し、温度計の補正値を必ず適用します (証明書に記載)。
- 調整や校正を開始する前に、温度計、分銅、および水分計の温度が室温でえる必要があります。水分計で水分量を測定していた場合、その水分計の校正や調整は、測定から 1 時間以上が経過してから開始します。

水分計の設置に関する詳細は、以下を参照してください。

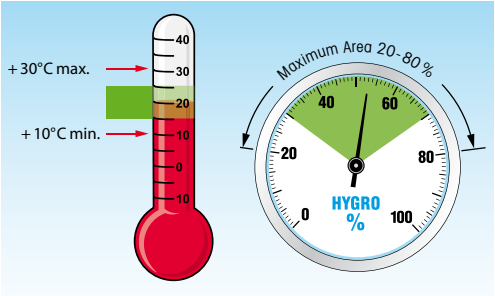
▶ **www.moisture-guide.com**

6.2 SmartCal 試験のプレコンディショニング

・サンプル室内が室温になっている必要があります。水分率測定の後は、サンプル室内の温度が十分に低下するまで 1 時間以上放置したうえで SmartCal 測定を開始してください。
・サンプル受け皿ハンドラーを使用します。
・窓、ファン、エアコンなどによる空気の対流がないようにします。
・水分計は室温に順応させる必要があります。
・機器は 1 時間以上通電しておく必要があります。
・補正に使用する温湿度計は、室温になじませる必要があります。

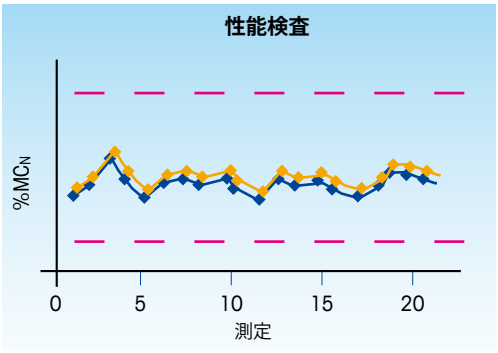
6.3 周囲条件への補正

SmartCal の仕様は、20°C の温度と 50% の相対湿度 (RH) の標準条件で実施する測定に対応しています。これ以外の条件下で SmartCal 試験を実施すると、標準条件での結果とは異なる試験結果 (%MC) が得られますが、補正値を使用して補正 ($\%MC_N$) することが可能です。この補正値は、試験実施時の周囲条件を使用して決定します。

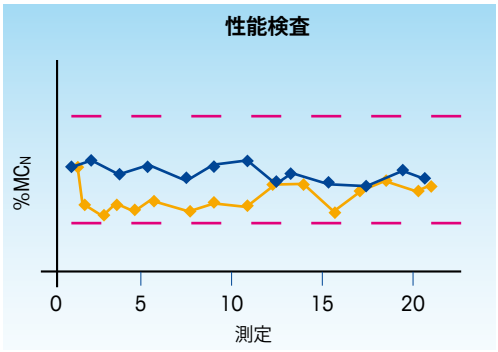


1. 補正の例

次では 2 つの例を取り上げて、補正が必要になる理由と条件および補正を必要としない条件を示します。



これらの測定は、安定した環境条件の下で実施されています。すべての測定を通じ、室温は 19 ～ 21°C、相対湿度は 47 ～ 53% の範囲に収まっています。補正済みの測定値（青色のグラフ）と補正前の測定値（黄色のグラフ）はほとんど一致しています。つまり、年間を通じて標準的な条件 (20°C、50% RH) に近く、ある程度安定した環境の領域で作業している限りは、SmartCal による水分率測定結果を補正する必要はないということがいえます。



一方、作業環境が標準条件から大きくかけ離れている場合や周囲条件が大幅に変動する場合は、この例で見るように、水分の測定結果を補正する必要があります。ここでは、温度が 16 ～ 22°C、相対湿度が 23 ～ 79% の範囲で変動する環境で測定が実行されています。周囲条件が異なるために、2 つのグラフに差が出ています。しかし、補正した測定値（青色のグラフ）から、機器の繰り返し性が良好であることがわかります。

2. 補正で使用する温湿度計

補正値を計算するには、温湿度計を使用して温度と相対湿度を記録する必要があります。SmartCal StarterPac には適切な温湿度計が付属しているので、SmartCal による水分計の性能確認を直ちに開始できます。校正証明書付の温湿度計が必要な場合は、世界規模でサービスを展開している次の供給元 2 社をお勧めします。

Elpro-Buchs AG : **www.elpro.com**

Rotronic AG : **www.rotronic-humidity.com**

3. 補正した水分量 (MC_N) の計算

SmartCal 測定の終了後に表示される水分率は、手動または Excel® 形式の測定記録シートを使用して補正できます。

手動での補正

補正チャート (表を参照) にある補正値を SmartCal 測定の結果に加算することで補正を実施します。

$$\%MC_N = \%MC + \text{補正値}$$

温湿度計を使用して周囲条件を記録し、その条件に該当する補正値を選択します。正規化の表は、StarterPac に付属の CD に収録されているほか、▶ **www.mt.com/smartcal** でも入手できます。

		室温 (°C)						
		10	15	20	25	30	35	40
相対湿度 (%)	20	-0.31	-0.28	-0.24	-0.18	-0.12	-0.03	0.07
	25	-0.29	-0.25	-0.20	-0.13	-0.05	0.06	0.19
	30	-0.27	-0.22	-0.16	-0.08	0.02	0.16	0.31
	35	-0.24	-0.19	-0.12	-0.03	0.09	0.24	0.42
	40	-0.22	-0.16	-0.08	0.03	0.16	0.33	0.54
	45	-0.20	-0.13	-0.04	0.08	0.23	0.42	0.66
	50	-0.18	-0.10	**0.00**	0.13	0.30	0.51	0.77
	55	-0.16	-0.07	0.04	0.18	0.37	0.60	0.89
	60	-0.14	-0.04	0.08	0.24	0.44	0.69	1.01
	65	-0.12	-0.01	0.12	0.29	0.51	0.78	1.12
	70	-0.09	0.02	0.16	0.34	0.58	0.87	1.24
	75	-0.07	0.04	0.20	0.39	0.64	0.96	1.36
	80	-0.06	0.07	0.24	0.45	0.71	1.06	1.47

SmartCal 結果を標準条件での結果に換算するための補正値

補正の表には、5°C 間隔の温度と 5% RH 間隔の湿度に対する値が記載されています。周囲条件がこれらの間隔の間に該当する場合は、推算が可能です。

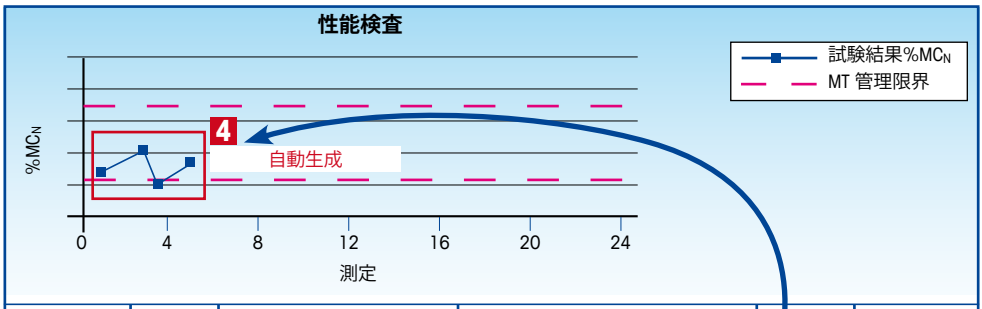
例 1 :	
SmartCal 測定から得た % MC 値	5,56%
相対湿度	55%
室温	25°C
55% RH と 25°C に対する補正値	+ 0,18%
$\%MC_N$ = %MC + 補正値	**5,74%**

例 2 :	
SmartCal 測定から得た % MC 値	5,92%
相対湿度	36 %
室温	17°C
36% RH と 17°C での推定値	-0,15%
$\%MC_N$ = %MC + 補正値	**5,77%**

測定記録シートによる補正

SmartCal StarterPac には、Excel® による測定記録シートを収録した CD が付属しています (以下の図を参照)。SmartCal の検査温度ごとに、1 つのExcel® レポートを作成します。周囲条件を入力し (手順 1)、SmartCal 測定で得られた水分率測定結果を入力します (手順 2)。補正した水分量 (MC_N) が Excel® で自動的に計算され、該当の検査温度における管理限界との比較が行われます (手順 3)。視覚化ができるグラフも自動的に実行されます (手順 4)。機器ごとに別々の測定レポートを使用してください。

検査温度 100°C における SmartCal の Excel® 形式測定レポート



日付	時刻	環境条件		検査結果			備考	担当者
		%RH	°C	% MC	%MC_N	限界内		
16.03.2010	16.10	63	17.5	5,57	5,60	合格		
17.03.2010	16.00	36	17	5,92	5,76	合格		
18.03.2010	09.30	57	19.5	5,21	5,25	不合格		
19.03.2010	14.30	74	17.5	5,52	5,62	合格		
		1 入力		2 入力		3 自動生成		

6.4 SmartCal 検査結果の繰り返し性改善

繰り返し性のある SmartCal 結果を得るには、SmartCal サンプルの取り扱い、外部干渉の排除、SmartCal 検査のプレコンディショニング (6.2「SmartCal試験のプレコンディショニング」を参照)の実施などの要因が重要です。

SmartCal の取り扱い

- サンプル受け皿ハンドラーを使用します。
- アルミニウム製のサンプル皿を使用します。
- SmartCal スティックを開封してその中身をサンプル皿に注ぎ、その厚さが皿全体で均一になるようにします。
- スティックの中身は一度にすべて使用します (目標重量 8.5 g)。
- 測定をすぐに開始します。

外部干渉の排除

- 窓やドアなどによる空気の対流がないようにします。空気対流の影響が大きい条件下や変動する条件下で SmartCal 検査を実施すると、結果の繰り返し性が低下し、管理限界を逸脱する可能性があります (通常は上限を超える結果が得られます)。
- SmartCal 検査は、10 〜 30°C、20 〜 80% RH の環境条件で実施してください。また、SmartCal は 15 〜 25°C、30 〜 70% RH の範囲で使用することをお勧めします。

7. 推奨の検査条件

7.1 検査頻度

個々のプロセスに基づく推奨の検査頻度については、次を参照してください。

www.mt.com/smartcal-frequency-recommendation

検査頻度は、水分率測定を行う個々のプロセスリスクに依存するため、独自の検査頻度の決定は推奨していません。試験頻度を決定する主な要因は、誤った測定をした場合にビジネスプロセス、人、または環境への影響と、および実施するプロセスやサンプルの重要度です。これらの要因によって、試験頻度は毎日 1 回から四半期に 1 回まで変化します。

校正とメンテナンス

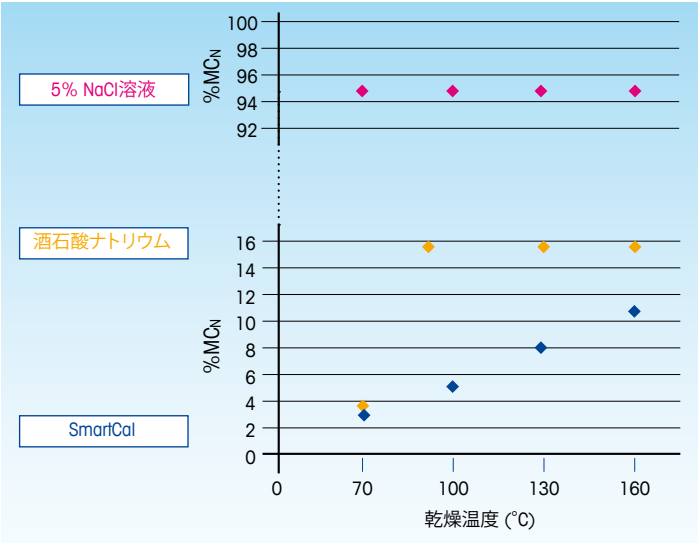
SmartCal は、測定結果の精度コントロールを高めるための性能確認用ツールです。しかし、この迅速な検査を実施していても、予防的なメンテナンス、調整、および機能検査が不要になるわけではありません。トレーサビリティとすべての構成要素の適切な機能を保証するために、校正証明書付分銅と温度校正キットによる定期校正を実施する必要があります。

7.2 検査温度

通常の測定条件またはそれに近い条件で機器を検証することをお勧めします。このことから、SmartCal の検査温度として、70°C、100°C、130°C、 160°C の中から実際の乾燥温度に近い温度を選択してください。特に、温度に敏感な物質では、その乾燥温度に近い温度を選択します。

8. 他の検査物質との比較

酒石酸ナトリウムは、化学的な規定量 (15.66%) の結晶水を含有する物質です。しかし、酒石酸ナトリウムを使用して検証できるのは計量システムのみです。130°C と 160°C での酒石酸ナトリウムの水分測定では、どちらの温度でもほぼ同じ水分含有量が得られます (約 15.66%。図を参照)。このように、選択した温度と実際の乾燥温度の間で測定値に発生する差を識別できないことから、加熱モジュールの性能検証に酒石酸ナトリウムは不適切です。これは、塩化ナトリウム溶液など、温度に敏感ではないすべての物質で同様です。一方、SmartCal は温度に対する依存性が高い検査システムであり、乾燥温度が高いほど、得られる水分含有量測定値も大きくなります (図を参照)。



9. FAQ

1. 試験結果が管理限界中央値にならないのはなぜですか?
適切な機器での SmartCal 試験でも、管理限界中央付近の値が得られるとは限りません。この範囲の平均値は、弊社のハロゲン水分計製品ラインで得られた平均値であり、ターゲット値ではありません。

2. 機器が暖まった状態で SmartCal 試験を開始してもいいですか?
原則として、開始条件が同一なら、暖まった機器でも SmartCal 試験はできます。検査の目的は、温度校正や調整と同様、可能な限り開始条件を均一化して、最良の繰り返し性を得ることにあります。機器の温度が低下した状態で開始することを規定しておけば、開始条件が明確になります。

実際の水分率測定では、単位時間あたりの重量減少 (mg/s) がスイッチオフ条件となります。測定結果は、乾燥の程度と相関性が高く、機器の初期状態に対する依存性は高くありません。固定した時間をスイッチオフ条件として採用した場合は、機器の初期状態に対する依存性が高くなります。

3. 調整後でも SmartCal の値が管理限界から逸脱する場合は、機器に問題があることになりますか?
水分計を正しく調整し (6.1「水分計の正しい調整」)、他のすべての原因 (5.2「値の管理限界逸脱で考えられる原因」) を排除すれば、水分計の測定結果は管理限界の範囲に収まります。

次の措置をとってください:
・温度校正キットが正しい温度を示していることを確認します
・メトラー・トレドのサービス技術者にご相談ください

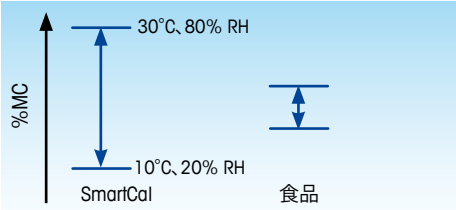
4. SmartCal の結果が、実際のサンプルによる結果よりも変化するのはなぜですか?
基準物質は、乾燥温度にきわめて敏感です。そのため、性能確認に最適な物質です (第 2 章「SmartCal の動作原理」)。

5. 検査で試験物質が完全に乾燥ないのは?
信頼性と繰り返し性のある性能確認は 10 分間ほどで完了できるので、試験物質を完全に乾燥させる必要がないからです。

6. 管理限界はどのような方法で決まっていますか?
さまざまなハロゲン水分計で、すべての乾燥温度で複数回の測定を行います。平均値は、弊社のすべてのハロゲン水分計製品ラインの平均値に相当します。

7. 他の水分計でも SmartCal を使用できますか?
原則として、弊社のハロゲン水分計以外の機器でも使用可能です。ただし、構造や技術面が異なるので、弊社で規定した管理限界とは異なる結果が得られます。本内容の管理限界と補正値は、適切に設置した弊社ハロゲン水分計でのみ有効です。

8. サンプルの測定値を、補正する必要はありますか?
一般的に、多くのサンプルは SmartCal ほど周囲条件に敏感ではありません。この図にあるように、一般の物質に比べ、SmartCal の変化範囲ははるかに広くなっています。普通は、実際のサンプルで得た測定値の正規化は不要です。



9. スチール製サンプル皿を使用してもかまいませんか?
アルミニウム製サンプル皿の使用をお勧めします。ただし、6mm のスチール製サンプル皿であれば使用可能です。同一のサンプル皿を一貫して使用するようにしてください。

www.mt.com/smartcal
詳細はこちら

メトラー・トレド株式会社　科学機器営業本部
東京　TEL:03-5815-5515　FAX:03-5815-5525
大阪　TEL:06-6266-1187　FAX:06-6266-1379
E-mail:sales.admin.jp@mt.com

東京本社　〒110-0008 東京都台東区池之端2-9-7 池之端日殖ビル6F
大阪支社　〒541-0053 大阪市中央区本町2-1-6 堺筋本町センタービル15F

© 12/2011 Mettler-Toledo K.K.,
Printed in Japan 30005938
●製品の仕様・価格は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください
●表示価格に消費税は含まれておりません